

Ref. b

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-86898

(43)公開日 平成5年(1993)4月6日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
F 0 2 C 3/30

識別記号 庁内整理番号  
B 7910-3G  
C 7910-3G  
A 7910-3G  
Z 7910-3G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数13(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-61571

(22)出願日 平成4年(1992)3月18日

(31) 優先權主張番号 91 03247

(32)優先日 1991年3月18日

(33) 優先権主張国 フランス(FR)

(71)出願人 591038288

ガズ ド フランス

GAZ DE FRANCE

フランス、パリ、リュ フィルペール ド  
コルム 23

(72)発明者 レミ ギエ

フランス、ピエールフィット、リュ・アル  
ペール フランコン 46

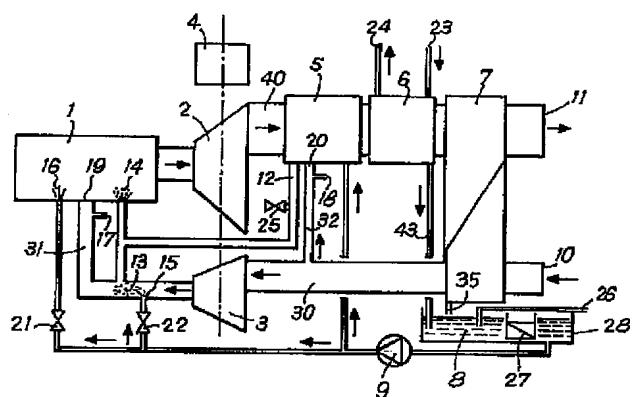
(74)代理人 弁理士 志賀 富士弥 (外1名)

(54)【発明の名称】 半開放サイクル動作型天然ガス蒸気タービンシステム

(57) 【要約】

**【目的】** 使用される回転機械の大きさを小型化とともに、機械的な、さらに機械・熱エネルギー同時発生の場合には、熱的な面からみたエネルギー効率をも改善することができ、同時に環境保護にも優れた、天然ガスタービンシステムを提供する。

【構成】 天然ガスタービンシステムは、少なくとも1つの燃焼室1と、膨脹タービン2と、上記膨脹タービン2により駆動される空気圧縮機と、上記膨脹タービン2を少なくとも1つの機械的エネルギーの外部受容器4に接続するための手段とを備えている。天然ガスタービンシステムは、さらに、燃焼室内に熱的バラストを構成するための水を噴射する手段を備え、用いられる圧縮空気の量を理論的燃焼に要求される酸化空気の量に近付けている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 気体燃料と酸化空気の供給を受けるバーナーを設けた少なくとも1つの燃焼室と、燃焼ガスが加えられる羽根翼を有する膨脹タービンと、上記膨脹タービンにより駆動され上記バーナーに与えられる酸化空気流を圧縮するための空気圧縮機と、上記膨脹タービンを少なくとも1つの機械的エネルギーの外部受容器に接続するための手段とを備え、上記膨脹タービンからの排気ガスの通路に設けられた復熱凝縮器から到來する燃焼生成物と、導入される大気との間で熱交換するための質量熱交換器を設けて、上記空気圧縮機に入る前に大気を予め加湿できるようにしたことを特徴とする、天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項2】 請求項1記載の天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、上記膨脹タービンからの排気ガスの通路に配置され、排気ガスの顕熱と潜熱の両方を集め、凝縮液収集器に凝縮液を供給するための復熱凝縮器を有し、上記凝縮液収集器には、再生水タンクに液状水として供給される水の水質を維持し調節するための装置を設けたことを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項3】 請求項2記載の天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、空気圧縮機出口とバーナー入口の間の圧縮酸化空気領域に配置された液状水噴射装置を有し、噴射される液状水は上記再生水タンクから取り出されることを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項4】 請求項2または請求項3記載の天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、

上記燃焼室の燃焼領域の後かつ上記膨脹タービンの第1段の羽根翼の前に配置された液状水噴射装置を有し、噴射される液状水は上記再生水タンクから取り出されることを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項5】 請求項2記載の天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、上記膨脹タービンの直後の排気ガスの通路上に配置された復熱式蒸気発生過熱器と、

上記再生水タンク内の水からリサイクル水を取り出して上記復熱式蒸気発生過熱器に供給するための供給ダクトとを有することを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項6】 請求項5記載の天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、空気圧縮機出口とバーナー入口の間の圧縮酸化空気領域に配置された蒸気噴射装置を有し、

噴射される蒸気は、上記膨脹タービンの直後の排気ガスの通路に設けられた上記復熱式蒸気発生過熱器により製造されることを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項7】 請求項5または請求項6記載の天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、

上記燃焼室の燃焼領域の後かつ上記膨脹タービンの第1段の羽根翼の前に配置された蒸気噴射装置を有し、

10 噴射される蒸気は、上記膨脹タービンの直後の排気ガスの通路に設けられた上記復熱式蒸気発生過熱器により製造されることを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項8】 請求項2または請求項5記載の天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、

上記復熱式蒸気発生過熱器と上記復熱凝縮器とは、上記膨脹タービンからの排気ガスの通路にこの順序で連続して配置されることを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

20 【請求項9】 請求項2記載の天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、液状水を上記再生水タンクからリサイクルさせるためのダクトに、少なくとも1つのポンプを設けたことを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項10】 請求項5乃至請求項8記載のいずれかの天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、

30 燃料ガスと酸化空気の供給を受ける補助バーナーを、上記復熱式蒸気発生過熱器と組合させて設けたことを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項11】 請求項3または請求項4記載の天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、

外部水源から上記液状水噴射装置に水を供給するための手段を設けたことを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

40 【請求項12】 請求項1乃至請求項11記載のいずれかの天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、

多段式圧縮機と、

上記圧縮機の多数段の間に分布させた複数個の液状水噴射装置及び蒸気噴射装置とを有することを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

【請求項13】 請求項1乃至請求項12記載のいずれかの天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムにおいて、

50

気体燃料と酸化空気との供給を受けるバーナーをそれぞれ設けた第1及び第2の燃焼室と、それぞれ上記第1及び第2の燃焼室から燃焼ガスが与えられる第1及び第2の膨脹タービンと、

1つの復熱式蒸気発生過熱器と、

1つの復熱凝縮器と、

1つの質量熱交換器とを備え、

上記復熱式蒸気発生過熱器と上記復熱凝縮器と上記質量熱交換器とは、上記第1及び第2の膨脹タービンからの排気ガスの通路上にこの順序で連続して配置され、さらに、上記第1及び第2の膨脹タービンにより駆動される1つの空気圧縮機と、

上記第1及び第2の燃焼室に取りつけられた各バーナーに空気を分配するための酸化空気分配器とを備え、

上記酸化空気分配器は、空気圧縮機出口の下流にある圧縮酸化空気領域に配置された蒸気噴射装置の下流に、かつ、空気圧縮機出口の下流にある圧縮酸化空気領域に配置された液状水噴射装置の下流に配置され、

上記質量熱交換器は、上記第1及び第2の膨脹タービンからの排気ガスの通路に配置された上記復熱凝縮器からの燃焼生成物と導入される大気との間の熱交換を行ない、圧縮機に入るまえに大気を予め加湿できるようにしたことを特徴とする天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、気体燃料と酸化空気の供給を受けるバーナーを設けた少なくとも1つの燃焼室と、燃焼ガスが加えられる羽根翼を有する膨脹タービンと、膨脹タービンにより駆動され上記バーナーに与えられる酸化空気流を圧縮するための空気圧縮機と、膨脹タービンを少なくとも1つの機械的エネルギーの外部受容器に接続するための手段とを備えた天然ガスタービンシステムに関する。

##### 【0002】

【従来の技術】ここ数年、定置型ガスタービンは、特に蒸気タービンと組合せて電力製造用に、そして、特にエネルギー同時発生の用途、すなわち、機械的仕事と熱エネルギーを同時に供給するような用途に用いられている。

##### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】現在、最新式のガスタービンの総合的な機械効率は蒸気タービンの機械効率と同程度に良好である。しかし、空気を圧縮するための仕事を生産する必要があることから、ガスタービンの効率は膨脹タービンについては低下する。

【0004】また、過度に高温のガスによるタービンの破損を防ぐためには余剰分の空気を酸化空気とともに圧縮する必要があり、この余剰分はしばしば酸化空気の容積の2倍以上にもなる。のことから、空気を圧縮する

ための仕事はよりいっそう増加することになる。現在、膨脹タービンが許容可能な最大限界温度は1000°Cよりも高いが、約1250°C以上には上げることができない。

【0005】また、ガスタービンの総合的な機械効率は、ターボ圧縮機のポリトロープ効率に非常に大きく影響される。

【0006】さらに、同じ出力においては、まず圧縮機を駆動するための仕事を生産しなければならない「ガスタービン」の膨脹タービンは、蒸気タービンよりもかなり大きくなり、機械効率の低下にともない急激に増大する。

【0007】最後に、ガスタービンの軸により駆動される空気圧縮機を設けなければならない。そして、圧縮機の大きさは、圧縮機の機械効率の低下にともない急激に増大する。

【0008】また、現在、環境保護の目的のため燃焼熱機関について酸化窒素の放出を減少させるための努力がなされていることも忘れてはならない。

【0009】公知の技術のひとつは、反応領域にできる限り近い位置で、炎を液状水または水蒸気で「消炎」することにより発生源に働きかけることである。

【0010】しかしながら、消炎現象を起こすために水を噴射することから、噴射を正確に制御するとともに量的に制限することにより、適正燃焼の妨害を回避、特に、一酸化炭素発生を回避する必要がある。

【0011】さらに、炎の「消炎」は、反応領域での最大温度または断熱燃焼温度に影響するものではなく、結合して酸化窒素(NO<sub>x</sub>)を構成し得る元素が高温にさらされる時間を左右するにすぎないことから、その効率は限られている。

【0012】そこで、本発明の技術的課題は、上述の欠点を除き、使用される回転機械を小型化するとともに、機械的な、さらにエネルギー同時発生の場合には、熱的な面からみたエネルギー効率をも改善することができ、同時に環境保護にも優れた、天然ガスタービンシステムを提供することである。

##### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、気体燃料と酸化空気の供給を受けるバーナーを設けた少なくとも1つの燃焼室と、燃焼ガスが加えられる羽根翼を有する膨脹タービンと、上記膨脅タービンにより駆動され上記バーナーに与えられる酸化空気流を圧縮するための空気圧縮機と、上記膨脅タービンを少なくとも1つの機械的エネルギーの外部受容器に接続するための手段とを備え、上記膨脅タービンからの排気ガスの通路に設けられた復熱凝縮器から到来する燃焼生成物と、導入される大気との間で熱交換するための質量熱交換器を設けて、上記空気圧縮機に入る前に大気を予め加湿できるようにしたことを特徴とする、天然ガス及び蒸気を用いた半開放

サイクル動作型タービンシステムにより達成される。

【0014】上記システムに、さらに、以下の手段のひとつを設けることができる。

【0015】a) 膨脹タービンの直後の排気ガスの通路に設けられた復熱式蒸気発生過熱器により製造される蒸気を噴射するために、空気圧縮機出口とバーナー入口の間の圧縮酸化空気領域に配置された、蒸気噴射装置。

【0016】b) 膨脹タービンの直後の排気ガスの通路に設けられた復熱式蒸気発生過熱器により製造される蒸気を噴射するために、燃焼室の燃焼領域の後かつ膨脹タービンの第1段の羽根翼の前に配置された、蒸気噴射装置。

【0017】c) 膨脹タービンからの排気ガスの通路に設けられ排気ガスの顕熱及び潜熱の両方を集め復熱凝縮器において生成された凝縮水をリサイクルすることにより得られる液状水を噴射するために、空気圧縮機出口とバーナー入口の間の圧縮酸化空気領域に配置された、液状水噴射装置。

【0018】d) 膨脹タービンからの排気ガスの通路に設けられ排気ガスの顕熱及び潜熱の両方を集め復熱凝縮器において生成された凝縮水をリサイクルすることにより得られる液状水を噴射するために、燃焼室の燃焼領域の後かつ膨脅タービンの第1段の羽根翼の前に配置された、液状水噴射装置。

【0019】すべての噴射水により燃焼室内における熱的バラストが構成されるため、使用される圧縮空気の量は理論的燃焼の所要量に近づく。

【0020】燃焼から生じる高温圧縮ガスを膨脹タービンの最大許容入口温度以下に保つために通常必要とされる余剰燃焼空気に代わる熱的バラストを構成するすべての噴射水は、質量熱交換器すなわち「蒸気ポンプ」によりリサイクルされる水を除き、液相状態において圧縮されるので、そのための機械的エネルギーの量はほとんど無視できる。

【0021】本システムは、膨脹タービンの直後の排気ガスの通路上に配置された復熱式蒸気発生過熱器を含み、この復熱式蒸気発生過熱器は、空気圧縮機出口とバーナー入口の間の圧縮酸化空気領域内に配置された蒸気噴射装置と、燃焼室の燃焼領域の後かつ膨脅タービンの第1段の羽根翼の前に配置された蒸気噴射装置の両方に蒸気を供給するものである。

【0022】また、本システムは、復熱凝縮器を含み、この復熱凝縮器は、膨脅タービンからの排気ガスの通路に配置され、排気ガスの顕熱と潜熱の両方を集め、凝縮液収集器に凝縮液を供給する。凝縮液収集器には、再生水タンクに液状水として供給される水の水質を維持し調節するための装置が設けられている。再生水タンクから復熱式蒸気発生過熱器に加圧リサイクル水を供給するために、供給ダクトが設けられている。液状水は同じタンクから、空気圧縮機出口とバーナー入口の間の圧縮酸化

空気領域に配置された液状水発射装置と、燃焼室の燃焼領域の後かつ膨脅タービンの第1段の羽根の前に配置された液状水発射装置の双方に対しても、リサイクルされる。

【0023】復熱式蒸気発生過熱器と復熱凝縮器は、膨脅タービンからの排気ガスの通路にこの順序で前後して配置される。

【0024】また、液状水を加圧状態で供給するため、本システムは、液状水を再生水タンクからリサイクルさせるためのダクトに、少なくとも1つのポンプを設けている。

【0025】本発明の特別の態様によれば、膨脅タービン出口と復熱凝縮器との間に配置され、膨脅タービンからの排気ガスを利用する復熱式蒸気発生過熱器は、システム内の蒸気噴射装置に供給する以外の目的のために蒸気を製造するものとしても充分に役立つものである。

【0026】必要に応じ、本システムに、燃料ガスと酸化空気の供給を受ける補助バーナー、復熱式蒸気発生過熱器と組合せて設けてもよい。

【0027】さらに、外部水源から液状水噴射装置に水を供給するための手段を設けることもできる。

【0028】本発明は、さらに、多段式空気圧縮機を設けたシステムにも適用できる。この場合、複数個の液状水あるいは蒸気噴射装置を、圧縮機の多数段の間に分布させる。

【0029】本発明は、現存のシステム、たとえば、2つのガスタービンの組合せに対して圧縮機をひとつだけ作動させるものにも適用することができる。

【0030】本発明は、また、気体燃料と酸化空気の供給を受けるバーナーをそれぞれ設けた第1及び第2の燃焼室と、それぞれ上記第1及び第2の燃焼室から燃焼ガスが与えられる第1及び第2の膨脅タービンと、1つの復熱式蒸気発生過熱器と、1つの復熱凝縮器と、1つの質量熱交換器とを備え、上記復熱式蒸気発生過熱器と上記復熱凝縮器と上記質量熱交換器は上記第1及び第2の膨脅タービンからの排気ガスの通路上にこの順序で連続して配置され、さらに、上記第1及び第2の膨脅タービンにより駆動される1つの空気圧縮機と、上記第1及び第2の燃焼室に取りつけられた各バーナーに空気を分配するための酸化空気分配器とを備え、上記酸化空気分配器は、空気圧縮機出口の下流にある圧縮酸化空気領域に配置された蒸気噴射装置の下流に、かつ、空気圧縮機出口の下流にある圧縮酸化空気領域に配置された液状水噴射装置の上流に配置され、上記質量熱交換器は、上記第1及び第2の膨脅タービンからの排気ガスの通路に配置された上記復熱凝縮器からの燃焼生成物と導入される大気との間の熱交換を行ない、圧縮機に入るまえに大気を予め加湿できるようにしたことを特徴とするシステムを提供するものである。

【0031】本発明のシステムによれば、膨脅ガスが復

熱凝縮器を通過した結果として凝縮後に回収される水の再噴射（蒸気と液体の両方の状態において、異なるレベルで水質を監視したのち）を行なうため、ガスタービンを半開放サイクルで動作させることができるとなる。再噴射された水は、従来の余剰空気の位置を占めそれに置き換わる熱的バラストを構成する。したがって、究極的には、理論的燃焼に厳密に要求される量以上の余剰酸化空気を使用しないで済むことになる。

**【0032】**両方の状態における水の量の相対比率を調整することにより、圧縮機出口及び膨脹タービン入口における圧力条件及び温度条件を最適値に保つことが可能となる。

**【0033】**本発明の利点の中で、まず、従来のガスタービンにおける圧縮機にくらべて使用する圧縮機の大きさを大幅に減少できることがあげられる。これは、大量の余剰空気を燃焼室内に噴射する必要がないためである。

**【0034】**さらに、一定の寸法や熱力学的条件に対して、タービンから得られる機械的出力は大幅に増加し、従来のガスタービンにくらべて約60%の出力増えみられる。

**【0035】**質量熱交換器（蒸気ポンプとも呼ばれる）を用いることにより、機械効率はさらに増加し、従来のガスタービンの機械効率よりも常に大きくなる。そして、最大顕熱と潜熱を蒸気から有効に回収することによりエネルギー同時発生が行なわれる場合には、総合的な熱効率は「総」すなわち「高」発熱量（HCV）で90%を越える。

**【0036】**本発明において提起された手段は、環境保護の観点からも非常に好ましいものである。なぜなら、公知のガスタービンと比較して、酸化空気が燃焼に先立って冷却され、燃焼は湿潤空気すなわち不活性ガス含有空気を用いて行なわれ、断熱燃焼温度が低下するからである。

**【0037】**上述の2つの要因により、約3対1の割合で酸化窒素（NO<sub>x</sub>）形成の減少が実現できる。

**【0038】**本発明の半開放サイクルシステムは、たとえば、膨脹タービンにわずかに過負荷をかけることが許容可能であれば現存の機械をそのまま用い、あるいは、2つの機械を用いる場合にはそのうち1方の圧縮機のみを使用することにより、現存のターボ圧縮機に適用することもできる。

**【0039】**本発明のその他の特徴と利点は、2つの実施例に基づく以下の説明から明らかにされる。但し、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

**【0040】**

**【実施例】**次に、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

**【0041】**図1に示す本発明の実施例の装置によれば、天然ガスからなる燃料から仕事と熱の両方を得るこ

とができる。機械的仕事は膨脹タービン2から得られ、交流発電機などの機械的エネルギー受容器4に受容される。熱エネルギーは膨脹タービンからの膨脹高熱ガスから得られる。

**【0042】**図1の装置において、従来と同様、燃焼室1には、噴射器17を介して燃料ガス、圧縮空気供給ダクト31を介して酸化空気の供給を受けるバーナー19が取りつけられている。燃焼室1からの燃焼生成物は、受容器4と空気圧縮機3の両方を駆動する膨脹タービン2の羽根翼に印加される。空気圧縮機3は、主ダクト30から取り入れた大気を圧縮し、圧縮空気をダクト31に供給するものである。

**【0043】**本発明の装置においては、従来の装置と異なり、理論的燃焼の所要量に近似した量の酸化空気のみをダクト31を介してバーナー19に供給すれば充分であり、空気圧縮機3を小型化できる。したがって、膨脹タービン2から得られる機械的有効出力は、大幅に増大する。

**【0044】**膨脹タービン2に印加されるガスは、燃焼室1の出口において、約15バールの供給圧のもとで膨脹タービン2の羽根翼に対して高すぎない温度、すなわち、約1250°Cを越えない温度に保たなければならない。本発明では、蒸気または液状水を噴射することにより燃焼室1内に熱バラストを構成している。

**【0045】**このため、図1に示すように、蒸気噴射装置13を圧縮機3の出口とバーナー19との間に設けている。

**【0046】**さらに、蒸気噴射装置14が燃焼室1内に設けられ、燃焼領域の後かつ膨脹タービン2の第1段の羽根翼の前に配置されている。

**【0047】**第1の液状水噴射装置15が、圧縮機3の出口をバーナーに連結するダクト31に設けられ、たとえば、蒸気噴射装置13の上流に配置されている。

**【0048】**さらに、第2の液状水噴射装置16が燃焼室1内に設けられ、燃焼領域の後かつ膨脹タービンの第1段の羽根翼の前に配置され、燃焼室1内に水を直接噴射できるようになっている。

**【0049】**調整弁21及び22は、動作条件を最適化するために、噴射装置15及び16により噴射される水の量を調整するものである。

**【0050】**燃焼領域内に噴射される液状水と蒸気は、第1に圧縮機3の出口とバーナー19の入口の間に、第2に燃焼室1内に直接噴射されるが、この液状水と蒸気の比率を調整することにより、燃焼室1内に充分な熱バラストを構成して余剰空気を不要とすることができるとともに、圧縮機3の出口及び膨脹タービン2の入口における圧力と温度条件を最適に保つことができる。

**【0051】**空気圧縮機3が複数段を備えている場合には、空気圧縮機の各段に分配される水を液状及び蒸気として噴射するための装置15及び13を複数個設けて、

等温圧縮状態に近づかせる。

【0052】液状水噴射装置15及び16あるいは復熱式蒸気発生過熱器5のために、ひとつ以上のポンプ9を液状水供給ダクトに設け、噴霧に必要な圧力まで、あるいは、その蒸発圧力まで、液状水の圧力を上昇させることができるようにになっている。

【0053】図1において、復熱式蒸気発生過熱器5は、膨脹タービン2の出口からの排気ガスを排気するためのダクト40上に設けられている。復熱式蒸気発生過熱器5において製造された蒸気は、第1に、外部使用のための蒸気として出口弁25へ、第2に、蒸気噴射装置13及び14へ、ダクト12により送出される。弁25は、特に、蒸気噴射装置13及び14に与えられる蒸気流の速度を調節するために用いられる。同様に、調整弁21及び22により、噴射装置15及び16により噴射される液状水の流速を調節できる。

【0054】必要に応じ、噴射装置13及び14に供給するための蒸気の生成を最適化するために、復熱式蒸気発生過熱器5に補助バーナー20を設けることもできる。補助バーナー20は、燃料ガス噴射装置18と、蒸気ポンプ7から到来する湿潤酸化空気を供給するためのダクト32に連結される。このダクト32は、圧縮機3に大気を供給する主ダクト30からの分岐でかまわないのである。

【0055】復熱凝縮装置6が、膨脹タービン2の出口からのガスを排気するためのダクト40に設けられ、復熱式蒸気発生過熱器5の下流に配置されている。復熱凝縮装置6は、外部の熱運搬流体のための入口23と出口24を有し、さらに、凝縮液を凝縮液収集容器8に送るための出口43を有している。

【0056】外部に開放したダクト26が、凝縮液収集器8内に入っている。このダクト26は、弁25から取り出した蒸気を外部で用いたときにシステム外部で発生する凝縮液のための帰還路を構成する。

【0057】水質を監視し、特にpHを調節するためには、pH調節装置27が凝縮液収集器8に取りつけられている。収集器8内の凝縮液は、pH調節装置27を通過した後、タンク28に集められる。タンク28は、調整弁21及び22を介して噴射装置15及び16に対して、そして、復熱式蒸気発生過熱器5に対して液状水を供給するためのポンプ9を介して、システム内に再噴射するための水源となる。

【0058】特に起動時など、必要に応じ、タンク28にシステム外部の水源から補助的に液状水を送るようにしてよい。しかし、本システムの通常の動作中においては、水を自給自足でき、実際のところ余剰の水を生成するほどである。

【0059】本発明の重要な態様によれば、本システムは、質量熱交換器7を有し、この質量熱交換器7は、煙道ガス出口11から排気するためのダクト40に設けら

れた復熱器5及び6を出る排気ガスと、大気入口10から主ダクト30に導入される新鮮な空気の間で熱交換を行なうものである。

【0060】蒸気ポンプとも呼ばれる質量熱交換器は、熱的プロセスにより要求される酸化空気に対して、凝縮発生器から出る燃焼生成物に含まれる顕在エネルギー及び潜在エネルギーを、多少なりともリサイクルできるようにするものである。いろいろな質量熱交換器の例は、たとえば、フランス特許公報第2446460号、フランス特許公報第2508616号、フランス特許出願第8913945号などに開示されている。

【0061】蒸気ポンプ7の使用により、空気入口10を介して主ダクト30内に噴射される大気は圧縮機3に入る前に予め加湿され、残存エンタルピーのリサイクルが可能となる。

【0062】このような大気の予湿により、言い換えれば、蒸気ポンプ7の使用により、総合的エネルギー及び熱力学的効率の観点から、ならびに、酸化窒素の生成抑制の観点からみたサイクルの効率をさらに改善することが可能となる。図1は、蒸気ポンプ7からの余剰凝縮液がダクトを介して凝縮液収集器8に送られることを示している。

【0063】つぎに、本発明の実施例を2つの圧縮機を含む装置に適用する場合について図2を参照して説明する。

【0064】図2から明らかなように、それぞれ対応する燃焼室1に連結された2つの膨脹タービン2と組合させて1つの空気圧縮機3を用いることが可能である。このような構成により、1つ以上の受容器4への取出口において得られる機械的出力を増大させる。

【0065】図2の構成は図1と類似しているため、同様な部分には同様な参考番号を付し、その説明は省略する。

【0066】加圧空気を供給するためのダクト31が圧縮機3の出口に配置され、噴射装置15により水を液状あるいは蒸気の状態でダクト31内に噴射する。ダクト31は、2つの2次ダクト33及び34に分岐し、各2次ダクトは対応する燃焼室1の各バーナー19に対して酸化空気を供給する。そらせ翼29が、2つの2次ダクト33及び34が主ダクト31につながる位置に設けられ、各バーナー19に対する加圧湿潤空気の分配を調節できるようになっている。

【0067】さらに、各燃焼室1には、それぞれ液状水噴射装置16を設けてタンク28内から水を取り出し、また、それぞれ蒸気噴射装置14を設けて復熱式蒸気発生過熱器5からのダクト12により供給される水を取り込んでいる。復熱式蒸気発生過熱器5には、2つの膨脹タービン2によりダクト41及び42を介してすべての膨脹ガスが与えられる。図1の場合と同様、復熱凝縮装置6は、復熱式蒸気発生過熱器5の下流に直列に配置さ

れている。

【0068】図1と同様に、復熱凝縮装置6からの膨脹燃焼ガスは、つぎに、蒸気ポンプ7を介して煙道ガス排気出口11に送られる。

【0069】従来のガスタービンシステムと比較して、本発明による天然ガス及び蒸気を用いた半開放サイクル動作型タービンシステムの利点を明示するため、本発明による天然ガス及び蒸気を用いたタービンシステムのさ\*

\* まざまな実施例の性能を比較する表を以下に示す。これは、従来のガスタービンTGと、本発明のシステムTGV0、TGV40、TGV55、TGV70とを、膨脹タービン2の入口において同一の温度及び圧力条件下(1250°C、15バール)で動作させて比較したものである。

#### 【0070】

【表1】

型	TG	TGV0	TGV40	TGV55	TGV70
蒸気ポンプ出口における飽和酸化空気の温度	—	蒸気ポンプなし	40°C	55°C	70°C
最適空気比	2.70	1.80	1.70	1.50	1.15
T.E. (%HCV)	73	69	78	90	96
Rm80.85 (%LCV)	34.4	42	42	41	40
NOx効果	—	—	-30% (予測最小値)	-60% (予測最小値)	
Td0.85	1	0.83	0.89	0.91	0.89
Tc0.85	1	0.52	0.60	0.62	0.62

【0071】表において用いた省略形の表現について以下に説明する。

【0072】TG：基準としての従来のガスタービン、TGV0：蒸気ポンプを持たない天然ガス及び蒸気タービン、

TGV40、55、70：蒸気ポンプ出口においてそれぞれ40°C、55°C、70°Cの飽和酸化空気を製造する蒸気ポンプを備えた天然ガス及び蒸気タービン、

T.E.：総合エネルギー効率(HCVとの比較。復熱凝縮器において回収された熱により水を65°Cから85°Cに加熱する場合のもの。)、

Rm0.85：膨脹タービンと圧縮機のポリトロープ効率がともに0.85の場合のタービンの機械効率

(「純」あるいは「低」発熱量(LCV)と比較した効率)、

NOx効果：従来のガスタービンTGと比較してのNOx形成減少の予測最小値、

Td0.85及びTc0.85：従来のガスタービンTGと比較しての、膨脹タービンと圧縮機の各サイズ、である。

#### 【0073】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、噴射される水により燃焼室内における熱的パラストが構成され、使用される圧縮空気の量を理論的燃焼の所要量に近づけることができ、余剰空気が大幅に削減されるので、装置の小型化が可能となるとともに、余剰空気の圧

縮のための機械的エネルギーも節減されるため、エネルギー効率が改善される。また、質量熱交換器を用いることにより、燃焼生成物に含まれる顕在エネルギー及び潜在エネルギーを有効に回収できるので、機械効率はさらに増大する。さらに、酸化空気が燃焼に先立って冷却され、燃焼は湿潤空気すなわち不活性ガス含有空気を用いて行なわれ、断熱燃焼温度が低下するので、酸化窒素(NOx)の形成を抑制することができ、環境保護の面からも優れている。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の機械・熱エネルギー同時発生型天然ガスタービンシステムの、1つのターボ圧縮機を用いた実施例の概略全体図である。

【図2】本発明の機械・熱エネルギー同時発生型天然ガスタービンシステムの、2つのターボ圧縮機と1つの空気圧縮機を用いた実施例の概略全体図である。

#### 【符号の説明】

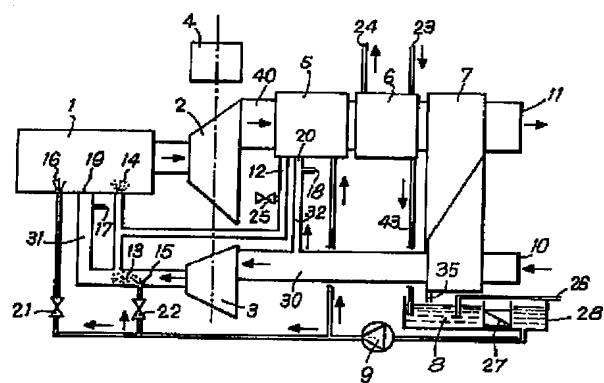
- 1…燃焼室
- 2…膨脹タービン
- 3…空気圧縮機
- 4…機械的エネルギーの外部受容器
- 5…復熱式蒸気発生過熱器
- 6…復熱凝縮器
- 7…質量熱交換器
- 8…凝縮液收集器
- 9…ポンプ

1 3 …蒸気噴射装置  
 1 4 …蒸気噴射装置  
 1 5 …液状水噴射装置  
 1 6 …液状水噴射装置  
 1 9 …バーナー

\* 2 0 …補助バーナー  
 2 7 …pH調節装置  
 2 8 …再生水タンク  
 2 9 …そらせ翼

\*

【図1】



【図2】

